

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314142

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-110673

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 09.04.2001

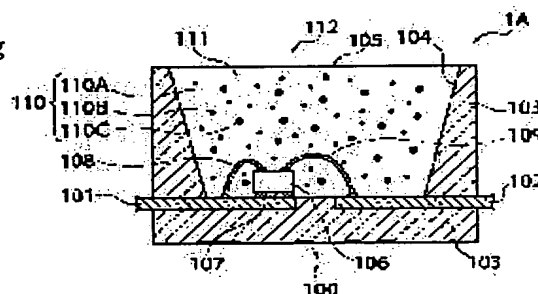
(72)Inventor : TAKAHASHI YUJI
KAMIMURA TOSHIYA
OTA KOICHI
NITTA KOICHI
OSHIO HIROAKI
SHIMOMURA KENJI
KITAJIMA TOMOKAZU
TAKAHASHI NOZOMI

(54) LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting device which reliably and easily balances lights at a desired mix ratio thereof to provide stable light emitting characteristics.

SOLUTION: The light emitting device comprises a light emitting element (106) for radiating a primary light having an intensity peak below a wavelength of 400 nm, a silicone resin (111) provided to cover the emitting element, a fluorescent substance (110) contained in the silicone resin for absorbing the primary light to radiate visual light. This provides a light emitting device not changing the color tone, even if the wavelength of the light emitting element shifts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-314142
(P 2 0 0 2 - 3 1 4 1 4 2 A)
(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int. Cl. ⁷
H01L 33/00

識別記号

F I
H01L 33/00

テームコード (参考)

N 5F041
C

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全17頁)

(21) 出願番号 特願2001-110673 (P 2001-110673)

(22) 出願日 平成13年 4 月 9 日 (2001. 4. 9)

(71) 出願人 000241463
豊田合成株式会社
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地
(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
(72) 発明者 高橋 祐次
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成株式会社内
(74) 代理人 100088487
弁理士 松山 允之 (外 1 名)

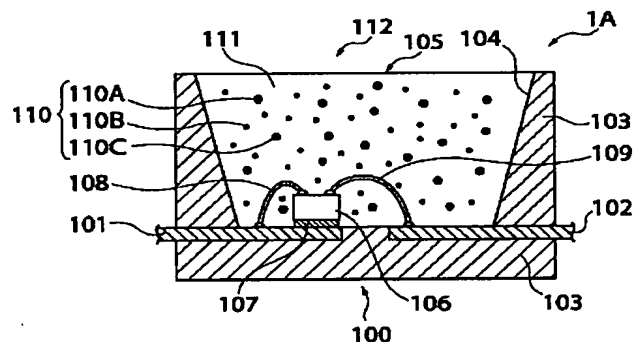
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 光の混合比を確実に容易に所望のバランスにし、安定した発光特性を有する発光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 波長 400 nm 未満に強度ピークを有する 1 次光を放出する発光素子 (106) と、前記発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂 (111) と、前記シリコン樹脂に含有され、前記 1 次光を吸収して可視光を放出する蛍光体 (110) と、を備えることにより、発光素子の波長がシフトしても色調が変化しない発光装置を提供できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 次光を放出する発光素子と、

前記発光素子を覆うように設けられ J I S A 値で 50 以上の硬度を有するシリコン樹脂と、

前記シリコン樹脂に含有され、前記 1 次光を吸収して可視光を放出する蛍光体と、

を備えたことを特徴とする発光装置。

【請求項 2】 前記発光素子が放出する前記 1 次光は、波長 400 nm 未満に強度ピークを有することを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 3】 (複数の蛍光体) 前記蛍光体は、前記 1 次光を吸収して第 1 の可視光を放出する第 1 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して前記第 1 の可視光とは異なる波長の第 2 の可視光を放出する第 2 の蛍光体と、を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光装置。

【請求項 4】 前記第 1 の可視光と前記第 2 の可視光とは、補色関係にあることを特徴とする請求項 3 記載の発光装置。

【請求項 5】 前記蛍光体は、前記 1 次光を吸収して赤色光を放出する第 1 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して緑色光を放出する第 2 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して青色光を放出する第 3 の蛍光体と、を有し、前記赤色光と緑色光と青色光との混色により略白色の光が得られることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の発光装置。

【請求項 6】 前記発光素子に接続されたワイアをさらに備え、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【請求項 7】 開口を有する樹脂部をさらに有し、前記発光素子は、前記開口の底部に配置されてなり、前記シリコン樹脂は、前記開口の中に充填されたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は発光装置に関し、特に半導体発光素子などの発光素子と蛍光体などの波長変換手段とを組み合わせた発光装置に関する。

【従来の技術】 LED (Light Emitting Diode: 発光ダイオード) などの半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせた発光装置は、安価で長寿命な発光装置として注目され、その開発が進められている。また、この発光装置は、従来の半導体発光素子では実現できない発光色を提供できるという利点も有する。

【0002】 通常、半導体発光素子は活性層に注入されたキャリアが再結合する時に発光するものであり、その発光波長は活性層のバンドギャップで決まる。例えば、InGaAlP 系材料を用いた半導体発光素子では赤色

や黄色、InGaN 系材料を用いた半導体発光素子では緑色や青色の単色が実現されている。

【0003】 しかし、このような従来の半導体発光素子を用いて所定の混色を実現させるためには、色の異なる複数の発光素子を組み合わせ、それらの電流値を調節することにより各発光素子の光出力を制御する必要があるため、構成が複雑となり調節も面倒であった。

【0004】 これに対して、半導体発光素子から放出される発光を蛍光体材料により波長変換して発光する発光装置の場合は、蛍光体材料の種類や組み合わせを変えることによって従来にない発光色を 1 個の半導体発光素子を用いて実現できるという点で有利である。

【0005】 半導体発光素子と蛍光体とを組合せた発光装置としては、Compound Semiconductor Vol.5No.4 pp.28-31 に記載された白色発光装置を挙げることができる。この発光装置は、青色を発光する半導体発光素子と、その青色光により励起されて黄色発光する YAG:Ce 蛍光体の 2 色混色によって白色発光を実現している。

【0006】 図 16 は、このような従来の発光装置の概略構成を表す断面図である。すなわち、パッケージ (樹脂ステム) 800 には開口部 801 が形成されており、その中に半導体発光素子 802 が載置され、半導体発光素子を包含するように封止樹脂 804 が形成されている。そして、この樹脂 804 は、蛍光体 810 を含有している。

【0007】 樹脂ステム 800 は、リードフレームから成形したリード 805、806 と、これらを埋め込んで成型された樹脂部 803 とを有する。半導体発光素子 802 はリード 806 にマウントされ、ワイア 808 によってリード 805 に接続されている。2 本のリード 805、806 を通して半導体発光素子 802 に電力が供給されて発光し、その発光を吸収することにより蛍光体 810 が発光する。ここで半導体発光素子 802 が青色で発光する半導体であり、蛍光体 810 が、発光素子 802 の青色を吸収して黄色の光を放出する YAG:Ce 蛍光体である。

【0008】 そして、図 16 に例示した発光装置は、半導体発光素子 802 から放出された青色発光と、その一部を蛍光体 810 により波長変換した黄色発光と、の 2 色混合による白色の発光が光取り出し面 812 から取り出される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、本発明者の検討の結果、図 16 に例示したような発光装置には、以下に列挙する問題があることが判明した。すなわち、

(1) 装置毎のホワイトバランスのばらつきが大きい。

(2) 供給する電流値の変化によるホワイトバランスの変化が大きい。

(3) 周囲温度の変動によるホワイトバランスの変化が

10

20

30

40

50

大きい。

(4) 半導体発光素子 802 の経時変化によるホワイトバランスの変化が大きい。

これらの問題は、いずれも、半導体発光素子として用いている青色発光素子 802 が有する本質的な特性に起因している。すなわち、青色発光素子 802 の発光層として用いられている窒化インジウム・ガリウム (InGa_N) は、その組成の厳密な制御が難しく、成長ウェーハ毎に発光波長が変動する傾向がある。また、発光素子 802 に供給する電流や温度によって発光波長が比較的大きく変動するという特性を有する。さらに、電流を供給して発光動作を継続すると、発光波長が変動する傾向がみられる。

【0010】これらの原因によって青色発光素子 802 から放出される青色光の波長が変動すると、蛍光体 810 から放出される黄色光との強度のバランスがくずれて色度座標がずれてしまう。その結果として、出力される白色光のホワイトバランスが大きく変化するという問題が生ずることが判明した。このため、得られる白色光の明るさ (輝度) と色合い (色調) にバラツキが発生し、製品毎の再現性が悪く、量産性も低いという問題があった。

【0011】また、図 16 に例示した発光装置の場合、半導体素子を包含する樹脂中の蛍光体量を発光素子の輝度に合わせて調整しにくいという問題も内在する。特に、可視感度の高い YAG : Ce からの発光は、蛍光体の数 μg の量の誤差が色調及び輝度に影響を及ぼすため、制御が困難である。

【0012】さらにこの発光装置は、使用できる温度が狭い範囲に限定されており、例えば 50℃ 以上の高温で動作させると、色調が青みがかった白色に変化してしまう。このような温度による変色は、半導体素子の温度特性と蛍光体の温度特性とが違ふことによるものであり、高温での蛍光体の発光効率の低下が半導体の発光効率の低下よりも大きいために発生している。

【0013】さらにいえば、図 16 に例示した発光装置の場合、黄色発光する蛍光体 810 を含有した樹脂 804 は、非点灯時に「黄色」の色調を有する。つまり、点灯時には「白色」に光るものが、非点灯時には「黄色」に見えるために、「見栄え」が良くないという問題もあった。

【0014】本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものである。すなわち、その目的は、発光素子と蛍光体とを組み合わせた発光装置において輝度及び色調のバラツキを抑えるとともに、発光特性の温度変化が小さく、見栄えもよく、量産性及び再現性の高い発光装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の発光装置は、1 次光を放出する発光素子

と、前記発光素子を覆うように設けられ J I S A 値で 50 以上の硬度を有するシリコン樹脂と、前記シリコン樹脂に含有され、前記 1 次光を吸収して可視光を放出する蛍光体と、を備えたことを特徴とする。

【0016】このような独特のシリコン樹脂を封止体として用いることにより、耐光性、耐候性、機械的耐久性に優れた波長変換型の発光装置を実現することができる。

【0017】ここで、前記発光素子が放出する前記 1 次光として、波長 400 nm 未満に強度ピークを有するものを用いると、蛍光体が高い効率で 1 次光を吸収し波長変換して高い光出力が得られる。

【0018】また、前記蛍光体として、前記 1 次光を吸収して第 1 の可視光を放出する第 1 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して前記第 1 の可視光とは異なる波長の第 2 の可視光を放出する第 2 の蛍光体と、を用いることにより、任意の混合色を実現することができる。

【0019】さらに、前記第 1 の可視光と前記第 2 の可視光とを、補色関係にあるものとすれば、例えば、青色と黄色、あるいは赤色と青緑色などを混合することにより白色の発光を得ることができる。

【0020】または、前記蛍光体として、前記 1 次光を吸収して赤色光を放出する第 1 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して緑色光を放出する第 2 の蛍光体と、前記 1 次光を吸収して青色光を放出する第 3 の蛍光体と、を用いれば、前記赤色光と緑色光と青色光との混色により略白色の光が得られる。

【0021】また、前記発光素子に接続されたワイアをさらに備え、前記シリコン樹脂は、前記ワイアも覆うように設けられたものとすれば、ワイアも含めて封止体で保護し、ワイアの断線や変形などを抑制することができる。

【0022】また、開口を有する樹脂部をさらに設け、前記発光素子を、前記開口の底に配置し、前記シリコン樹脂を、前記開口の中に設けるものとすれば、いわゆる表面実装タイプなどの各種の発光装置を実現することができる。

【0023】なお、本願において「シリコン樹脂」とは、アルキル基やアリール基などの有機基をもつケイ素原子が酸素原子と交互に結合した構造を骨格として有する樹脂をいう。もちろん、この骨格に他の添加元素が付与されたものも「シリコン樹脂」に含むものとする。

【0024】また、本願において「蛍光体」とは、波長変換作用を有するものを包含し、例えば、無機蛍光体のみならず、有機蛍光体あるいは波長変換作用を有する有機色素も含むものとする。

【0025】さらに、本願において、「窒化物半導体」とは、 $\text{B}_x\text{In}_y\text{Al}_z\text{Ga}_{(1-x-y-z)}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, $0 \leq x+y+z \leq 1$) の III-V 族化合物半導体を含み、さらに、V 族元

素としては、N（窒素）に加えてリン（P）や砒素（As）などを含有する混晶も含むものとする。

【発明の実施の形態】本発明は、半導体発光素子から発光された短波長の1次光を蛍光体により波長変換して放出させる発光装置であって、波長安定性や発光特性の再現性に優れた発光装置を提供するものである。

【0026】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【0027】すなわち、本実施形態の発光装置1Aは、樹脂ステム100と、その上にマウントされた半導体発光素子106と、素子106を覆うように設けられた封止体111と、を有する。

【0028】封止樹脂ステム100は、リードフレームから形成したリード101、102と、これと一体的に形成されてなる樹脂部103と、を有する。リード101、102は、それぞれ的一端が近接対向するように配置されている。リード101、102の他端は、互いに反対方向に延在し、樹脂部103から外部に導出されている。

【0029】樹脂部103には開口部105が設けられ、半導体発光素子106は、その底面にマウントされている。開口部105の平面形状は、例えば略楕円形あるいは円形とすることができる。そして、素子106を取り囲む樹脂部103の内壁面は光取り出し方向に向けて傾斜し、光を反射する反射面104として作用する。

【0030】発光素子106は、銀（Ag）ペーストなどの接着剤107によって、開口部105の底面のリード101上にマウントされている。発光素子106は、第1および第2の電極（図示せず）を有し、金（Au）線などのボンディングワイヤ108、109によって、リード101、102と、それぞれ接続されている。

【0031】開口部105内に充填された封止体111は、蛍光体110を含有している。本発明においては、発光素子106の発光ピーク波長を例えば400nm未満とし、蛍光体110も400nm未満の1次光により励起されるものを用いることができる。また、蛍光体110は、1種類のもののみを用いてもよいが、例えば、赤色に発光する蛍光体110Aと、緑色に発光する蛍光体110Bと、青色に発光する蛍光体110Cと、を組み合わせてもよい。但し、後に詳述するように、これ以外にも多様な組み合わせが可能である。

【0032】本発明においては、発光素子106から放出される1次光をそのまま外部に取り出さずに、蛍光体110によって波長変換してから取り出す。つまり、発光素子106から放出された紫外光などの光は、蛍光体110（例えば、赤色蛍光体110A、緑色蛍光体110B、青色蛍光体110C）により波長変換されてそれ

ら2次光の混合色として取り出される。

【0033】このようにすると、発光素子106と蛍光体110の発光特性の「ずれ」や「ばらつき」による変色などの問題を解消することができる。例えば、発光素子106の波長が素子毎にばらついたり、温度条件や経年変化などの要因によって発光素子106の波長がシフトしても、それが各蛍光体に与える影響は微小であり、蛍光体から得られる混合色のバランスは殆ど変化しない。その結果として、幅広い温度範囲、幅広い動作時間範囲に亘って、発光特性が極めて安定した発光装置を実現することができる。

【0034】また、本発明においては、例えば、赤色蛍光体110Aと、緑色蛍光体110Bと、青色蛍光体110Cとを組み合わせた3色混合型の蛍光体を透明な樹脂に含有させた場合、封止体111は「白色」の色調を有する。つまり、非点灯時に「白色」であり、点灯すると白色光を放出する点で、「見栄え」が良く各種の用途に応用するに際して視覚的に極めて有利である。

【0035】さて、本発明は、封止体111の材料にも特徴を有する。すなわち、その材料として、従来のエポキシ樹脂に代わってシリコーン樹脂を用いると、発光ピーク波長が400nm未満の短波長光に対しても十分な耐久性を有する。

【0036】さらに、封止体111として硬化前の粘度が高いものを用いると、蛍光体110を混合し攪拌した後に長時間放置しても蛍光体110の分散状況の変化が少なく、沈降や偏析などが抑制される。特に、複数種類の蛍光体を混合した場合に蛍光体の沈降や偏析が生ずると、「色ムラ」や輝度のばらつきなどの問題が生ずるが、硬化前の粘度を調節することにより、蛍光体110が封止体111内で局所的に偏ることなく均一に分散させ、発光特性を安定させることができる。

【0037】具体的には、発光素子106の一辺のサイズが50 μ m～1000 μ m、厚さが10 μ m～1000 μ m、蛍光体110混合比が1重量%～50重量%、樹脂硬化時の粘度が100cP～10000cPの時に、蛍光体110として比重及び粒径が異なる複数の蛍光体材料を混合した場合でも、偏析などが生ずることなく、封止体111内に均一に分散され、均一に発光させることができ、色調むらが無く高輝度の発光素子が実現できた。

【0038】以上概説したように、本発明によれば、樹脂ステムなどの実装部材100の底面に発光素子106を配置し、独特の特徴を有する封止体111に蛍光体110を分散形成することにより蛍光体粒子の比重及び粒径の違いに生じる偏析が発生しても蛍光体粒子全体を発光することができるため、色調の変動や輝度の低下を抑え歩留まり高く生産することができる。

【0039】以下、本発明の発光装置を構成する各要素について、さらに詳細に説明する。

【0040】（発光素子106について）発光素子106は、有機金属気相成長法（Metal-Organic Chemical Vapor Deposition: MOCVD）や分子線エピタキシャル成長法（Molecular Beam Epitaxy: MBE）などの結晶成長法により、所定の基板上に、窒化物半導体からなる発光層を有する積層構造を形成したものである。

【0041】さらに、窒化物半導体からなる発光層を、それよりもバンドギャップの大きい層で上下から挟んだ、いわゆる「ダブルヘテロ構造」とすることが望ましい。ダブルヘテロ構造により、発光波長の温度変化は－40℃から100℃までの範囲で50nm以下、電流変化は1mAから100mAの範囲で50nm以下の安定した特性を得ることができる。

【0042】図2は、本発明において用いることができる発光素子の要部構成を模式的に表す断面図である。同図に例示した発光素子106Aは、サファイア基板121上にAlNからなるバッファ層122、n型GaNコンタクト層123、発光層を含む窒化物半導体多層膜124、p型GaAlNクラッド層125、p型GaNコンタクト層126が順次形成されている。

【0043】この積層構造体を表面からエッチング除去されて露出したn型GaNコンタクト層123上に、Ti/Alからなるn側電極127が設けられている。一方、p型GaNコンタクト層126上には、厚さ数10nmのNi/Au薄膜からなる透光性のp側電極128、及びこれに接続された金（Au）からなるボンディングパッド129が設けられている。さらに、素子の表面は、SiO₂からなる保護膜130により覆われている。

【0044】このような発光素子106Aのn側電極127とp側電極128に電圧を印加すると、発光層124において発生した光が表面131から放出される。発光スペクトルに複数のリップルを設けることにより発光ピーク波長の強度を強くできるため、励起する蛍光体の吸収が高くなり、高輝度の発光装置を実現できる。

【0045】発光層124の半導体材料の組成（例えば、QWのウエル層の組成）を変えることによって発光波長を種々選択することができ、波長200nm以上400nm未満の紫外光が得られる。波長250nm以上400nm未満の紫外光は蛍光体の吸収が大きい点で望ましい。また、波長370nm以上400nm未満の紫外光は、発光素子106の発光効率が高い点で、さらに望ましい。さらに、波長380nm以上400nm未満の紫外光は、発光素子106を包囲する封止体111の劣化を抑えることもできる点で、またさらに望ましい。

【0046】発光層124を、量子効果が生じる膜厚1nm～20nmの薄膜の1層からなる単一量子井戸構造や2層以上の多重量子井戸構造とすることでスペクトル幅が狭くなり、蛍光体110の励起効率が上昇する。さらに、発光層124を平面的に見て数nmから数μmの

サイズのドット状に形成することにより、発光効率及び蛍光体の励起効率をさらに向上させることができる。

【0047】また、発光層124にシリコン（Si）、亜鉛（Zn）、ゲルマニウム（Ge）等の不純物を添加することによって、格子不整合に伴う歪により発生したピエゾ電界を低減でき、注入キャリアの発光再結合を促進して発光素子の発光効率を上げることができる。

【0048】一方、基板121としては、サファイア以外に、n型GaN、n型SiC、n型ZnO、絶縁性の石英などを採用することできる。サファイアは、400nm未満の波長の透過率が高く発光層124からの発光を吸収することなく素子外部に有効に取り出すことができる。

【0049】また、n型GaN等の導電性基板を用いた場合は、400nm未満の波長において反射率が低い金（Au）ワイヤを1本にできるため、発光層124からの発光の取り出し効率を向上させることができる。さらに、導電性基板の裏面に設けた電極によって発光層124から発光を反射して光取り出し効率を向上させることができる。また、この時に、発光素子106をマウントするための接着剤107の光による劣化も低減でき、発光装置の信頼性を上げることができる。

【0050】サファイア基板を用いた場合、基板121上にバッファ層122、n型GaN層123を形成した後、成長温度を下げてAlNからなる第2のバッファ層を形成することで発光層124の結晶性が改善され、発光素子内の結晶欠陥が減少し、発光素子の発光効率が向上する。同時に、蛍光体110から放出された2次光の結晶欠陥における吸収も低減し、信頼性が向上するとともに発光装置の輝度が高くなる。

【0051】バッファ層122は、AlNに限定するものではなく、GaN、AlGaN、InGaN、InGaAlNの単層、およびそれらを組合せた多層膜でもよい。厚さが数nm～数100nmであれば、蛍光体からの発光の吸収を抑えることができ、輝度が低下することもない。

【0052】n型層123は、GaNに限定するものではなく、AlGaN、InGaN、InGaAlからなる単層及びそれらの多層膜でもよい。その厚さを1μmから10μmの範囲にすることで、注入された電流がn型層123の内部で均一に流れ、発光素子が一様に発光し、分散している蛍光体を効率よく励起することができる。また、n型層123に添加する不純物としてシリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）あるいはセレン（Se）を用いると、半導体結晶の点欠陥を置換して通電による蛍光体の半導体中へのマイグレーションを抑えることができ信頼性が向上する。

【0053】p型層125は、AlGaNに限定するものではなく、InAlGaN、InGaNの単層及びそれらの多層膜でもよい。その厚さは、数nm～数μmの

範囲であれば発光層124への注入キャリアのオーバーフローを低減でき、発光素子の発光効率が向上する。p型層125に添加する不純物としてマグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)を用いることにより、半導体結晶の点欠陥を置換して高温通電動作時の蛍光体の半導体中へのマイグレーションを防止できる。

【0054】p型コンタクト層126もGaNに限定されるものではなく、AlGaN、InGaN、InGaAlNの単層及びそれらの多層膜でもよい。多層膜として膜厚数nmの複数の薄膜からなる超格子構造を用いると、p型不純物の活性化率が増加し透明電極128とのショットキー障壁が低下して接触抵抗を下げるができる。このため、発光素子周辺の蛍光体への発熱の影響を小さくでき高温まで高輝度を維持できる。

【0055】n側電極127は、Ti/Alに限定するものではなく、スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)、ランタン(La)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、金(Au)、タングステン(W)及びこれらの積層構造あるいは合金層でもよい。

【0056】p側電極128もNi/Auに限定するものではなく、パラジウム(Pd)、白金(Pt)、コバルト(Co)、ロジウム(Rh)、イリジウム(Ir)、酸化ニッケル(NiO)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、マグネシウム(Mg)、酸化マグネシウム(MgO)、銀(Ag)及びこれらの積層構造あるいは合金層でもよい。

【0057】保護膜130は、薄膜状の透光性電極128を保護するとともに通電による蛍光体110の透明電極128へのマイグレーションを抑える役割も有する。その材料はSiO₂に限定するものではなく、窒化シリコン(SiNx)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)等の誘電体材料も用いることができる。

【0058】図3は、本発明において用いることができる発光素子の第2の具体例を表す断面図である。すなわち、同図に表した発光素子106Bは、図2の発光素子106Aにおいてサファイア基板121の裏面側に反射膜141を設けたものである。反射膜141の材料としては、例えば、アルミニウム(Al)などの光反射率が高い材料を用いることができる。

【0059】サファイア基板121の裏面側に設けた金属膜141は、発光層124からの発光を出射面131側に反射させ、発光素子内の発光を効率良く素子外部に取り出す機能を有する。また、発光層124からの短波長の1次光による接着剤107の変質や劣化、リード101の変色、樹脂ステム100の変色などを防止できる。接着剤107の接着強度の低下を防止する効果は大きい。さらに、金属膜141は熱伝導性が高いため放熱

効果が向上し、高電流や高温動作での発光層124の発熱を発光素子外に放熱でき発熱による輝度の低下を低減できる。

【0060】反射膜141の材料としては、アルミニウム以外にも、ニッケル(Ni)、銀(Ag)、クロム(Cr)、チタン(Ti)、銅(Cu)、金(Au)及びこれらの積層構造又は合金としてもよい。

【0061】図4は、本発明において用いることのできる発光素子の第3の具体例を表す断面図である。すなわち、同図に表した発光素子106Cは、図2に例示した発光素子106Aにおいて透光性のp側電極128を、発光層124からの光を反射する金属層からなるp側電極161に変えたものである。このp側電極161は、例えば、膜厚が数100nm以上の金属層により構成することができる。

【0062】発光層124からの発光はp側電極161によって反射され、サファイア基板121に吸収されることなく出射面171から取り出すことができる。本具体例の発光素子106Cは、透明電極128を用いた発光素子106A、106Bと比べて、光出力を1.5~2倍に増加させることができ、この発光素子106Cを用いた蛍光体を含む発光装置の輝度も1.5~2倍の高輝度化が実現できる。

【0063】さらにp側電極161により発光層124からの発光の接着剤107への入射を防ぎ、接着剤107の劣化を抑え、さらに発光素子周辺のリード101及び樹脂ステム100の光による劣化、変色を防止できる。

【0064】また、発光素子の発熱源のひとつである、p型層125と126における電圧降下による発熱をp側電極161を通してリード101へ発散することができる。

【0065】同時に、発光素子106Cにおいては、これらp型層や発光層124などの発熱源を蛍光体110から遠ざけることにより、発光素子の発熱の影響を低減でき蛍光体の昇温による劣化を防止できる。その結果として、発光装置の高温動作が可能となり、信頼性も向上する。

【0066】さらに、発光素子106Cを用いた場合には、金(Au)ワイヤを用いることなく2つのリード101、102に直接接続できる。その結果として、樹脂ストレスにともなう金(Au)ワイヤ切れなどの問題を解消することができ信頼性が向上するとともに、金ワイヤによる発光素子からの発光の吸収を解消でき高輝度が実現できる。

【0067】また、サファイア基板121の上に成長した結晶成長層122~126を蛍光体110から離すことができ、蛍光体での非発光にともなう蛍光体の温度上昇の影響を受けることなく動作でき信頼性が向上する。

【0068】p側電極161の材料としては、p型Ga

N層 1 2 6 とのショットキー障壁が小さい材料であるニッケル (Ni)、コバルト (Co)、アンチモン (Sb)、マグネシウム (Mg)、銀 (Ag)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd) を用いることが望ましい。または、発光層 1 2 4 からの光を反射する高反射率材料であるアルミニウム (Al)、銀 (Ag) を用いることが望ましい。または、接着剤 1 0 7 との反応が少ないモリブデン (Mo)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、ニッケル (Ni)、金 (Au) を用いることが望ましい。

【0069】これらの材料を多層構造とする場合には、ショットキー障壁が小さい金属膜は膜厚数 nm から数 1 0 nm 程度の薄膜として光の吸収を少なくし、その下に設ける高反射金属層への光の入射量を増やすようにするとよい。

【0070】(接着剤 1 0 7 について) 発光素子 1 0 6 をリード 1 0 1 にマウントするために銀 (Ag) などを含むペーストを接着剤 1 0 7 を用いているが、Ag ペースト以外も用いることができる。

【0071】Ag ペーストは、発光素子 1 0 6 とリード 1 0 1 との接着性が高く、温度の急激な変化に対しても強度が維持され、さらにペースト内に含まれている Ag を通して効果的に放熱されるため発光層 1 2 4 の温度上昇を抑えることができる。また Ag は、発光素子 1 0 6 からの 1 次光を反射することができ、サファイア基板 1 2 1 側に出射された光を光取り出し面 1 1 2 に反射することができる。

【0072】Ag ペースト 1 0 7 をサファイア基板 1 2 1 の側面に盛り上がるように与えると、さらに接着強度が増加するとともにサファイア基板 1 2 1 の側面に出射した光を反射して発光素子表面 1 3 1 から出すことができ、高輝度が実現できる。

【0073】接着剤 1 0 7 としては、Ag ペースト以外にも、金属を含まないシリコン系の接着剤や波長 4 0 0 nm 以下の光に対して透光性を有するエポキシ系接着剤、あるいは金スズ (AuSn) や金ゲルマニウム (AuGe) 等の共晶合金半田など用いることもできる。

【0074】シリコン系接着剤は、発光による変色、接着強度の低下等が小さく信頼性が高い。

【0075】エポキシ系接着剤は、発光による変色が生ずるため、光を反射する金属や散乱剤をいれることで変色を抑えることが望ましく、接着面側に反射膜を形成した発光素子 1 0 6 B、1 0 6 C と組み合わせることで信頼性の高い発光装置が実現できる。また、エポキシ系接着剤は素子をマウントするリードに対する密着性が強く発光素子の剥離が少なく、ペースト量の制御性が高い点で量産性に優れている。

【0076】金属の共晶合金半田を利用した接着方法は、発光素子 1 0 6 B、1 0 6 C や、n 型 GaN 基板等の導電性基板を用いた発光素子に対して効果が大きい。

金属共晶のため接着強度が高く、発光層 1 2 4 の発光による変色等の劣化が無く、放熱性に優れている利点がある。しかし、接着強度が高いために高温動作時に発光素子への熱ストレスによる影響がある。これに対しては、発光素子の接着表面に、金 (Au) を含有した膜厚数 μ m 以上の金属膜を形成することによりストレスを低減できる。

【0077】(樹脂部 1 0 3 について) 樹脂部 1 0 3 は、開口部 1 0 5 を有し、この開口部 1 0 5 の中に、発光素子 1 0 6、第 1 及び第 2 のリード 1 0 1、1 0 2 の端部、およびツェナーダイオード (図示せず) などが設けられる。

【0078】開口部 1 0 5 は、底面が狭く、上端における開口が広く、発光素子 1 0 6 からの 1 次光及び蛍光体 1 1 0 からの発光を反射する傾斜した反射面 1 0 4 が底面から上端開口にわたって形成されている。

【0079】樹脂部 1 0 3 は、発光素子 1 0 6 からの 1 次光及び蛍光体 1 1 0 で変換された光を反射する特性を有し、例えば 6 5 重量% 以上の熱可塑性樹脂と充填量 3 5 重量% 以下の充填剤とからなる。そして、充填剤が、酸化チタニウム (TiO₂)、酸化シリコン、酸化アルミニウム、シリカ、アルミナ等の高反射性の材料を含有し、例えば、酸化チタニウムの含有量を 1 0 ~ 1 5 重量% とする。このように光を反射させる拡散材を添加した樹脂部により反射面 1 0 4 を構成することにより、素子 1 0 6 及び蛍光体 1 1 0 からの光を上方に反射し、発光装置の高輝度が実現できる。また、反射面 1 0 4 の形状を回転放物線形状などとすると、さらに高出力、高品質の発光装置を提供できる。

【0080】熱可塑性樹脂としては、液晶ポリマ (LCP)、ポリフェニレンサルファイド (PPS: 熱可塑性プラスチック)、シンジオタクチックポリスチレン (SPS: 結晶性ポリスチレン) などの高耐熱性樹脂を用いることができる。樹脂部 1 0 3 の外形の平面形状は、2. 0 mm × 2. 0 mm ~ 6. 0 mm × 6. 0 mm 程度の略正方形、または 2. 0 mm × 3. 0 mm ~ 5. 0 mm × 7. 0 mm 程度の略長方形であり、発光素子 1 0 6 は凹部 1 0 5 の底面の中心から外れるように配置されている。このように発光素子を中心から外したのはボンディングワイヤの領域を確保するため及び発光素子 1 0 6 の側面近くに反射面 1 0 4 を形成し反射効率を高め高輝度を実現するためである。

【0081】樹脂部 1 0 3 に設けられる開口部 1 0 5 の上面及び底面は、略円形あるいは略楕円形 (長径が 1 mm ~ 2. 8 mm で、短径が 0. 5 mm ~ 2. 7 mm) とすることができる。底面が狭いために、蛍光体 1 1 0 が均一に分散された封止体 1 1 1 を充填した場合、発光素子 1 0 6 の近傍の蛍光体量は少なく、上面ほどたくさんの蛍光体が存在する。このため、発光素子 1 0 6 から放出される 1 次光は素子の近傍から離れるに従って次第に

蛍光体に吸収され2次光に変換される割合が高まり、最終的には実質的に全ての1次光を2次光に変換できるとともに、変換された2次光が他の蛍光体に吸収される確率も低減することができる。

【0082】(蛍光体110について)本発明において用いる蛍光体110は、発光素子106の発光層124から放出された400nm未満の紫外光を吸収して発光する蛍光体、あるいは他の蛍光体から放出された発光を吸収して発光する材料である。蛍光体の変換効率は、1ルーメン/ワット以上であることが望ましい。

【0083】白色発光は、赤色・緑色・青色の3原色の混合か、あるいは補色関係にある2色の混合により実現できる。3原色による白色発光は、発光素子106が放出した光を吸収して青色を放出する第1の蛍光体と、赤色を発光する第2の蛍光体と、緑色を発光する第3の蛍光体とを用いることにより実現できる。

【0084】補色による白色発光は、例えば、発光素子106からの発光を吸収して青色を発光する第1の蛍光体とその青色発光を吸収して黄色を発光する第2の蛍光体とを用いるか、発光素子106からの発光を吸収して緑色を発光する第1の蛍光体とその緑色光を吸収して赤色に発光する第2の蛍光体を用いることにより実現できる。

【0085】また、発光波長の変化が $-40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で波長変化が50nm以下の蛍光体を用いることで発光素子の温度特性に依存しない発光装置が実現できる。また発光素子106の駆動電流を1mA \sim 100mAで動作させたときに50nm以下の波長変化を有する蛍光体を用いることで素子駆動電流に伴う発光スペクトルの変化に依存しない発光装置が実現できる。

【0086】青色光を発光する蛍光体としては、例えば以下のものを挙げることができる。

$\text{ZnS}:\text{Ag}$

$\text{ZnS}:\text{Ag}+\text{Pigment}$

$\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Al}$

$\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Cu}, \text{Ga}, \text{Cl}$

$\text{ZnS}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3$

$\text{ZnS}:\text{Zn}+\text{In}_2\text{O}_3$

$(\text{Ba}, \text{Eu})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}$

$(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$

$\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$

$(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Eu})(\text{Mg}, \text{Mn})\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$

$10(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})\cdot 6\text{PO}_4\cdot \text{Cl}_2$

$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{28}:\text{Eu}$

緑色光を発光する蛍光体としては、例えば以下のものを挙げることができる。

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}+\text{Pigment}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}, \text{Al}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Au}, \text{Al}, +\text{pigment}$

$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$

$\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$

$\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Tb}$

$\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}$

$\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}+\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

10 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}+\text{In}_2\text{O}_3$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3,$

$(\text{Zn}, \text{Mn})_2\text{SiO}_4$

$\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}$

$(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Mg})\text{O}\cdot a\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Mn}$

$\text{LaPO}_4:\text{Ce}, \text{Tb}$

20 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$

$\text{ZnS}:\text{Cu}$

$3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O}\cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{La}_2\text{O}_3\cdot 0.2\text{SiO}_2\cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5:\text{Ce}, \text{Tb}$

$\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}$

赤色光を発光する蛍光体としては、例えば次のものを用いることができる。

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$

$\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}+\text{pigment}$

30 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$

$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}$

$(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}+\text{In}_2\text{O}_3$

$(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})\text{BO}_3$

$(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})_2\text{O}_3$

$\text{YVO}_4:\text{Eu}$

$\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}, \text{Sm}$

黄色光を発光する蛍光体としては、例えば次のものを用いることができる。

$\text{YAG}:\text{Ce}$

40 上記したような赤色蛍光体、緑色蛍光体及び青色蛍光体について、それらの重量比R:G:Bを調節することにより、任意の色調を実現できる。例えば、白色電球色から白色蛍光灯色までの白色発光は、R:G:B重量比が、1:1:1 \sim 7:1:1及び1:1:1 \sim 1:3:1及び1:1:1 \sim 1:1:3のいずれかとすることで実現できる。

【0087】また、混合した蛍光体の総重量比を蛍光体を含有する封止体の重量に対して1重量% \sim 50重量%にすることで実質的な波長変換が実現でき、10重量% \sim 30重量%にすることで高輝度の発光装置が実現でき

る。

【0088】さらに、これらのRGB蛍光体を適宜選択して配合した場合、封止体111の色調を白色とすることができる。つまり、白色に光る発光装置が、非点灯時においても白色に見える点で、「見栄え」が良く、視覚的、デザイン的にも優れた発光装置を提供することができる。

【0089】ここで、本発明において用いる蛍光体は上記した無機蛍光体に限定するものではなく、以下に例示する有機色素体も同様に用いて高輝度の発光装置を実現 10 できる。

キサニセン系色素

オキサジン系色素

シアニン系色素

ローダミンB (630nm)

クマリン153 (535nm)

ポリバラフェニレンビニレン (510nm)

クマリン1 (430nm)

クマリン120 (450nm)

トリス-(8-ヒドロキシノリン) アルミニウム (A1 20 q3又はA1Q) (緑色発光)

4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリン)-4H-ピラン (DCM) (オレンジ色/赤色発光)

複数種類の色素体を用いる場合でも、封止体であるシリコーン樹脂にそれぞれの色素体を添加して攪拌することによりそれぞれの色素を樹脂中にほぼ均一に分散させることができ、色素の励起効率を高くすることができる。

【0090】本発明によれば、発光装置の発光色は、封止体111に含有させる蛍光体(色素体も含む)110 30 の組み合わせにより多種多様のものが実現できる。つまり、赤色、緑色、青色、および黄色系などの蛍光体(色素体も含む)を配合することで任意の色調が実現できる。

【0091】一方、本発明によれば、単一の蛍光体を用いた場合でも、従来の半導体発光素子では実現できなかった発光波長の安定性が実現できる。すなわち、通常の半導体発光素子は、駆動電流や周囲温度や変調条件などに応じて発光波長がシフトする傾向を有する。これに対して、本発明の発光装置によれば、発光波長が駆動電流 40 や温度などの変化に依存せず、極めて安定するという効果が得られる。

【0092】また、本発明の発光装置においては、発光特性が発光素子106の特性に依存することなく添加する蛍光体110の特性で決まるため、発光装置ごとの特性が安定し歩留まり高く生産することができる。

【0093】(封止体111の表面形状について) 封止体111は、開口部105の中に設けられ、発光素子106からの1次光を変換する蛍光体110を含む部材である。このため、封止体111は、発光素子106から 50

の1次光のエネルギーよりも大きな結合エネルギーを有する材料からなることが望ましく、さらに、発光素子106からの1次光を透過し、蛍光体110により波長変換された発光も透過する特性を有するものであることが望ましい。

【0094】本発明者は、封止体111に関して独自の試作検討を行った結果、その表面形状について新たな知見を得た。

【0095】図5は、封止体の表面の形状による放出光の強度分布を表す概念図である。すわち、同図(a)は封止体111の表面がほぼ平坦な場合、同図(b)は封止体111の表面が凹状に窪んで形成された場合、同図(c)は封止体111の表面が凸状に膨らんで形成された場合の発光装置からの放出光の強度分布Pをそれぞれ表す。

【0096】図5(a)に例示した平面形状の場合と比べて、同図(b)に表した凹状の場合には放出光の強度分布すなわち配光特性は、垂直軸Z方向に収束していることが分かる。これに対して、同図(c)に表した凸状の場合には、放出光はxy平面方向に広がった配光特性を有する。これは、封止体111を凸状に形成した場合には、その凸部付近に含有される蛍光体から放出された光がxy平面方向に拡がるのに対して、凹状に形成した場合には封止体の表面付近に含有される蛍光体から放出された光も側壁の反射面104により反射されてz軸方向に進む割合が増加するためであると考えられる。

【0097】ここで、封止体111の表面形状を凸状とするか、それとも凹状とするかは、その充填量により調節することができる。つまり、封止体111の充填量を調節することにより、所望する放出光の配光特性を得ることが可能である。

【0098】但し、通常は、収束性が高く、z軸上において輝度が高い発光装置が要求される場合が多い。封止体111の表面を凹状に形成すれば、このような要求に確実かつ容易に応ずることができる。

【0099】また、平面型画像表示装置のように複数の発光装置を並列配置する場合に、封止体111の表面が凸状に形成されていると、凸部の蛍光体が、隣接する発光装置からの発光を受けて不必要な励起発光を生ずる虞がある。従って、このような用途においても、封止体111の表面は凹状とすることが望ましい。

【0100】本発明によれば、これらの要求に対して、封止体111の充填量を調節することにより、確実かつ容易に応ずることができる。

【0101】(封止体111の材質について) 封止体111は、発光素子106からの1次光を変換する蛍光体110を含む部材である。このため、封止体111は、発光素子106からの1次光のエネルギーよりも大きな結合をエネルギーを有する材料からなることが望ましく、さらに、発光素子106からの1次光を透過し、蛍

光体 110 により波長変換された発光も透過する特性を有するものであることが望ましい。

【0102】しかし、発光素子 106 の発光ピーク波長を 400 nm 未満とした場合に、封止体 111 の材料として従来のエポキシ樹脂を用いると急速に劣化が生ずる。具体的には、発光素子からの 1 次光を受けると、当初は透明なエポキシ樹脂が変色し、黄色から茶褐色さらには黒色になる。その結果として、光の取り出し効率が大幅に低下するという問題が生ずることが判明した。

【0103】これに対して、本発明者は、独自の試作検討の結果、シリコン樹脂を用いると極めて良好な結果が得られることを知得した。すなわち、シリコン樹脂を用いた場合、ピーク波長が 400 nm 未満の短波長光を長期間照射しても、変色などの劣化は殆ど生じない。その結果として、短波長光を 1 次光とした発光装置に用いて、高い信頼性を実現することができた。

【0104】すなわち、シリコン樹脂は、発光素子 106 からの 1 次光及び蛍光体 110 からの発光を透過する特性を有し、1000 時間動作後の発光装置の光度が初期光度に比べて 60 % 以上保持する特性を有している。

【0105】ここで、蛍光体 110 を含有したシリコン樹脂は、所定の（複数の）蛍光体 110 を混合、攪拌しながら開口の狭いノズルを通して、開口部 105 にマウントされた発光素子 106 の上に塗布される。しかる後に、硬化させて形成する。

【0106】この際に、特に硬化前の粘度が 100 c p ~ 10000 c p のシリコン樹脂を用いると、蛍光体が樹脂内に均一に分散された後に、沈降や偏析を生ずることがない。このため、励起された蛍光体から放出された発光が他の蛍光体で過度に散乱、吸収されることなく、屈折率の大きな蛍光体で適度に均一に散乱され、光の混合も均一に生ずるため色調の「むら」も抑制できる。

【0107】さらに、本発明において用いるシリコン樹脂は、樹脂部 103 との付着強度も強く、耐湿性が高く温度ストレスによるクラック等も少ない。また、シリコン樹脂を充填することにより周囲の温度変化による発光素子 106 および Au ワイヤに対する樹脂ストレスを著しく軽減させることができる。

【0108】本発明者は、この観点からさらに検討を進めた結果、シリコン樹脂の中でも、硬度が高い「ゴム状」のシリコン樹脂を用いると優れた結果が得られることを見出した。すなわち、シリコン樹脂としては、通常は、JIS 規格の硬度である JISA 硬度値がおおよそ 30 ~ 40 のものが広く知られている。これは、「ゲル状」に近い物性を有し、物理的に柔らかいものである。以下、このシリコン樹脂を「ゲル状シリコン樹脂」と称する。

【0109】これに対して、「ゴム状シリコン樹脂」

は、JISA 硬度がおおよそ 50 ~ 90 の範囲にある。ちなみに、従来の発光装置の封止体材料として広く用いられているエポキシ樹脂は、JISA 硬度がおおよそ 95 前後である。

【0110】本発明者は、「ゴム状シリコン樹脂」と「ゲル状シリコン樹脂」とを独自に比較検討した結果、以下の知見を得た。

【0111】（１）ゲル状シリコンを用いた場合、通電動作中に蛍光体 110 が樹脂中を拡散し、色調が変化する現象が見られた。RGB 3 色混合型の場合、赤色（R）蛍光体の比重が大きいため、この蛍光体が鉛直下方にマイグレートし、色度座標の x 値が大きくなる現象が見られた。

【0112】図 6 は、通電時間に対して色度 x の変化を測定した結果を表すグラフである。同図に表したように、封止体 111 の材料としてゲル状シリコン樹脂を用いた場合、通電時間が 100 時間付近から色度 x が上昇し始め、1000 時間を超えると加速度的に上昇する。これに対して、ゴム状のシリコン樹脂を用いた場合は、通電動作により発光装置の温度が上昇した状態で 10000 時間近く動作させても、色調の変化は観察されなかった。これは、ゴム状のシリコン樹脂の場合は、硬度が高く緻密なため、蛍光体の拡散が生じにくいためであると考えられる。

【0113】（２）ゲル状のシリコン樹脂は柔らかいため、発光素子 106 やワイヤ 108、109 に与えるストレスは小さい反面、外力に対して弱いという欠点を有する。すなわち、図 1 に例示したような発光装置は、例えば「表面実装型」のランプとして用いられ、アセンブリ装置により実装基板などにマウントされる。この際に、アセンブリ装置の吸着コレットが封止体 111 の表面に圧接される場合が多い。JISA 硬度が 30 ~ 40 のゲル状シリコン樹脂を用いた場合には、吸着コレットを押し当てることにより、封止体 111 が変形し、これに伴ってワイヤ 108、109 が変形したり、発光素子 106 にストレスが与えられる場合がある。

【0114】これに対して、JISA 硬度が 50 以上のゴム状シリコン樹脂を用いた場合には、発光装置の選別やアセンブリ時における選別装置やアセンブリ装置によるシリコン樹脂の変形を防止できる。

【0115】以上（１）及び（２）に説明したように、ゲル状シリコン樹脂の代わりにゴム状シリコン樹脂を用いることにより、発光特性、信頼性、機械的強度などを大幅に改善できることが判明した。

【0116】シリコン樹脂の硬度を上げる方法のひとつとしては、チクソ性付与剤を添加する方法がある。

【0117】一方、封止体 111 としてのシリコン樹脂に、蛍光体 110 とともに、散乱剤を添加すると、発光素子 106 からの 1 次光を散乱して蛍光体に均等に当てることができるとともに、蛍光体 110 からの発光を

散乱することにより均一な混色状態を実現できる。その結果として、より少ない量の蛍光体 110 を用いても所望の発光特性を実現できる。

【0118】（開口部 105 の内部の素子配置について）本発明の発光装置は、波長が 400 nm 未満という短波長の窒化物半導体からなる半導体発光素子を用いる。そして、この発光素子を用いて十分な信頼性を得るためには、保護のためのツェナー・ダイオードを並列に接続することが必要である。従って、本発明の発光装置においては、開口部 105 の内部の限定された空間に、発光素子 106 と保護用ツェナー・ダイオードとを如何に効率的に配置するかが重要なポイントである。

【0119】図 7 は、本発明の発光装置の開口部内部の平面構成例を模式的に表した概念図である。

【0120】図 7 に表した具体例においては、樹脂ステム 100 に略楕円形（略長円形）の開口部が形成されている。開口部の底面 105 には、一対のリード 101、102 の先端が設けられている。そして、リード 101、102 の対向面には、切り欠き部 101G、102G が設けられている。発光素子 106 は、リード 102 の先端の 102B にマウントされ、一方、ツェナー・ダイオード 150 は、リード 101 の先端の 101A にマウントされている。つまり、発光素子 106 とツェナー・ダイオード 150 とは、対角の位置にそれぞれマウントされている。

【0121】そして、発光素子 106 からワイヤ 109B がリード 101B に接続され、またワイヤ 109C がリード 102A に接続されている。また、ツェナー・ダイオード 150 からはワイヤ 109A がリード 102A に接続されている。なお、ツェナー・ダイオードのもう一方の電極は、ダイオードの裏面側に形成され、リード 101A に直接、接続されている。

【0122】図 7 に例示した配置パターンにおいては、まず、開口部を略楕円形とすることにより、開口面積が増加して、2つの素子 106、150 を収容可能なスペースが広がり、発光素子 106 を出来るだけ開口部 105 の中央寄りに配置することが可能となる。

【0123】また、ワイヤをボンディングするスペースを確保することができる。すなわち、ワイヤ 109A～109C をリード 101、102 に接続するためには、ボンディング装置のコレットを挿入するスペースが必要である。これに対して、図 7 のように配置すれば、対角配置された発光素子 106 とツェナー・ダイオード 150 の片側にそれぞれボンディング・コレットを挿入するスペースが得られる。しかも、3本のワイヤが交差することもない。

【0124】また、図 7 に例示した配置パターンにおいては、3本のワイヤ 109A～109C が、略楕円形の開口部 105 の形状に合わせて外周に沿うように配線されている。このように配線すると、封止体 111 による

ストレスをさらに緩和することができる。

【0125】以上、本発明の図 1 乃至図 7 を参照しつつ、本発明の第 1 の実施の形態について説明した。

【0126】以下、本発明の変型例について説明する。

【0127】（第 2 の実施の形態）次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

【0128】図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図については、図 1 乃至図 7 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0129】本実施形態の発光装置 1B も、樹脂ステム 100 と、その上にマウントされた半導体発光素子 106 と、素子 106 を覆うように設けられた封止体 111 と、を有する。

【0130】但し、本実施形態においては、蛍光体 110 を含有した封止体 111 は、発光素子 106 の周囲のみを覆い、その外側には、光透過性樹脂からなる第 2 の封止体 213 が設けられている。

【0131】開口部 105 の底面にマウントされた発光素子 106 の近傍のみを、蛍光体 110 を含有した封止体 111 で包囲することにより、2 次光の輝度が向上する。すなわち、2 次光が放出される発光部分のサイズを小さくすることにより、輝度が上昇し、さらに、反射面 104 による集光作用もさらに高くなる。

【0132】また、蛍光体 110 を含有した封止体 111 が、樹脂部 103 の側壁に囲まれて下方に小さく形成されているため、外光が侵入しにくい。つまり、外光による蛍光体 110 の不必要な励起を抑制することができるという効果も得られる。

【0133】さらに、本実施形態においては、封止体 111 が Au ワイヤ 108、109 の全体を包囲しているので、樹脂ストレスによる断線がなく信頼性の高い発光装置が実現できる。すなわち、ワイヤの一部が第 2 の封止体 213 まで突出していると、封止体 111 と 213 との界面で生ずるストレスにより断線などが生じやすくなる。これに対して、本実施形態においては、ワイヤ 108、109 の全体が封止体 111 に包含されているので、断線の心配がない。

【0134】第 2 の封止体 213 の材料として、エポキシ樹脂またはシリコン系樹脂を用いると、樹脂部 103 や封止体 111 との密着性が増し耐湿性が向上する。発光素子 106 から放出される 1 次光のほぼ全てが封止体 111 において可視光に変換されるようにすれば、第 2 の封止体の材料としてエポキシ樹脂を用いても、変色や劣化などの問題は生じない。

【0135】（第 3 の実施の形態）次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。

【0136】図 9 は、本発明の第 3 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同

図についても、図 1 乃至図 8 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0137】本実施形態の発光装置 1C も、樹脂ステム 100 と、その上にマウントされた半導体発光素子 106 と、素子 106 を覆うように設けられた封止体 111 と、を有する。

【0138】そして、第 2 実施形態と同様に、蛍光体 110 を含有した封止体 111 は、発光素子 106 の周囲のみを覆っている。但し、本実施形態においては、封止体 111 の外側は、開放空間とされ、さらなる封止体は設けられていない。

【0139】本実施形態においても、開口部 105 の底面にマウントされた発光素子 106 の近傍のみを、蛍光体 110 を含有した封止体 111 で包囲することにより、2 次光の輝度が向上する。すなわち、2 次光が放出される発光部分のサイズを小さくすることにより、輝度が上昇し、さらに、反射面 104 による集光作用もさらに高くなる。

【0140】特に、本実施形態においては、略半球状の封止体 111 が発光点となり、その周囲を反射面 104 が取り囲む構成とされているので、従来のランプと同様の光学的な集光効果が得られる。

【0141】さらに、第 2 実施形態と同様に、蛍光体 110 を含有した封止体 111 に外光が侵入しにくく、外光による蛍光体 110 の不必要な励起を抑制することができるという効果も得られる。

【0142】また、封止体 111 が Au ワイヤ 108、109 の全体を包囲しているので、樹脂ストレスによる断線がなく高い信頼性も確保することができる。

【0143】（第 4 の実施の形態）次に、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。

【0144】図 10 は、本発明の第 4 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図 1 乃至図 9 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0145】本実施形態の発光装置 1D は、第 1 実施形態のものと同様に、樹脂ステム 100 と、その上にマウントされた半導体発光素子 106 と、素子 106 を覆うように設けられた封止体 111 と、を有する。

【0146】そして、本実施形態においては、封止体 111 の上に、凸状の透光体 413 が設けられている。このような凸状透光体 413 によって集光作用が得られる。透光体 413 の材料としては、例えば、樹脂を用いることができる。特に、エポキシ樹脂またはシリコン樹脂を用いると、封止体 111 との屈折率の差を小さくことができ、封止体 111 との界面での反射による損失を低減できる。

【0147】また、透光体 413 の凸形状は球面状に

は限定されず、必要とされる集光率あるいは光度分布に応じて適宜決定することができる。

【0148】（第 5 の実施の形態）次に、本発明の第 5 の実施の形態について説明する。

【0149】図 11 は、本発明の第 5 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図 1 乃至図 10 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0150】本実施形態の発光装置 1E も、第 1 実施形態のものと同様に、樹脂ステム 100 と、その上にマウントされた半導体発光素子 106 と、素子 106 を覆うように設けられた封止体 111 と、を有する。

【0151】但し、本実施形態においては、封止体 111 の周囲には樹脂部 103 の側壁が設けられていない。このようにすると、蛍光体 110 からの 2 次光は、上方のみでなく横方向にも放出され、広い光度分布を実現できる。従って、幅広い視野角度や幅広い放射角度が要求されるような用途に応用して好適である。

【0152】なお、本実施形態における封止体 111 や樹脂ステム 100 の形状は図示した具体例には限定されない。例えば、図 12 に例示したように、封止体 111 を略半球状とし、また、樹脂ステム 100 において、樹脂部 103 がリード 101、102 を埋め込んで素子周囲に低い側壁を有するものでも良い。

【0153】（第 6 の実施の形態）次に、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。

【0154】図 13 は、本発明の第 6 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図 1 乃至図 12 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0155】本実施形態の発光装置 1F も、リードフレームから形成した一対のリード 101、102 を有する。但し、第 1 のリード 101 の先端にはカップ部 601 が設けられ、発光素子 106 はカップ部 601 の底にマウントされている。そして、発光素子 106 からそれぞれのリードにワイヤ 108、109 が接続されている。さらに、これらを包囲するように蛍光体 110 を含有する封止体 111 が設けられている。

【0156】カップ部 601 の内壁側面は、反射面として作用し、発光素子 106 から放出される 1 次光を上方に反射する。そして、この 1 次光を受けた蛍光体 110 が所定の波長の 2 次光を放出する。

【0157】本実施形態の発光装置は、従来のランプ型半導体発光装置に代わるものであり、比較的広い放射角度を有し、汎用性の高い発光装置となる。

【0158】（第 7 の実施の形態）次に、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。

【0159】図 14 は、本発明の第 7 の実施の形態にか

かる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。同図についても、図 1 乃至図 13 に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0160】本実施形態の発光装置 1G は、第 6 実施形態の発光装置 1F と類似した構成を有する。すなわち、発光装置 1G も、第 1 のリード 101 の先端にカップ部 601 を有し、この底に発光素子 106 がマウントされている。そして、発光素子 106 からそれぞれのリードにワイア 108、109 が接続されている。さらに、こ

れらを包囲するように蛍光体 110 を含有する封止体 111 が設けられている。

【0161】但し、本実施形態においては、封止体 111 は小さく形成され、それを包囲するように透光体 713 が設けられている。

【0162】蛍光体 110 を含有する封止体 111 を小さく形成することにより、発光部分を小さくして輝度を高くすることができる。そして、透光体 713 の上面がレンズ状の集光作用を有し、収束光を取り出すことも可能となる。

【0163】また、透光体 713 によって封止体 111 を取り囲むことにより、蛍光体 110 を外気雰囲気から遮断し、湿気や腐食性雰囲気に対する耐久性が向上する。透光体 713 の材料としては樹脂を用いることができる。特に、エポキシ樹脂やシリコン樹脂を用いると、封止体 111 との密着性も良好となり、優れた耐候性、機械的強度が得られる。

【0164】なお、本実施形態も図示した具体例には限定されない。例えば、図 15 に例示したように、蛍光体 110 を含有した封止体 111 をカップ部 601 の上に限定しても良い。このようにすると、さらに発光部分が小さくなり、輝度が上昇する。この場合に、ワイア 109 が封止体 111 と透光体 713 との界面を貫通することとなるが、封止体 111 と透光体 713 の材料を類似したものとすれば、界面でのストレスを抑制して断線を防止することも可能である。

【0165】以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明のこれらの具体例に限定されるものではない。例えば、蛍光体の材質、発光素子の具体的な構造や材質、リードや封止体 111 の形状、各要素の寸法関係などに関しては、当業者が適宜設計変更したものも本発明の範囲に含まれる。

【発明の効果】本発明は、以上説明した形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。すなわち、本発明によれば、波長 400 nm 未満に強度ピークを有する 1 次光を放出する発光素子と、前記発光素子を覆うように設けられたシリコン樹脂と、前記シリコン樹脂に含有され、前記 1 次光を吸収して可視光を放出する蛍光体と、を備えることにより、搭載する発光素子のばらつき、駆動電流の変化、温度の変化、発光素子の劣化など

によるホワイトバランスの変化を解消することが可能となる。

【0166】また、蛍光体を適宜選択すると、非点灯時において発光面が白色の色調を有し、見栄えが良いという利点も得られる。これは実用上は大きな進歩であり、デザインの的に極めて貴重な改良点となる。

【0167】すなわち、本発明によれば、白色などの各種の色の安定した発光が得られ、かつ見栄えも優れた発光装置を提供することが可能となり、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 2】本発明において用いることができる発光素子の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 3】本発明において用いることができる発光素子の第 2 の具体例を表す断面図である。

【図 4】本発明において用いることができる発光素子の第 3 の具体例を表す断面図である。

【図 5】封止体の表面の形状による放出光の強度分布を表す概念図である。

【図 6】通電時間に対して色度 x の変化を測定した結果を表すグラフである。

【図 7】本発明は発光装置の開口部の内部の平面構成例を模式的に表した概念図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 10】本発明の第 4 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 11】本発明の第 5 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 12】本発明の第 5 実施形態の変型例を表す断面図である。

【図 13】本発明の第 6 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 14】本発明の第 7 の実施の形態にかかる発光装置の要部構成を模式的に表す断面図である。

【図 15】本発明の第 7 実施形態の変型例を表す断面図である。

【図 16】従来の発光装置の概略構成を表す断面図である。

【符号の説明】

1A~1G 発光装置

100 樹脂ステム

101、102 リード

103 樹脂部

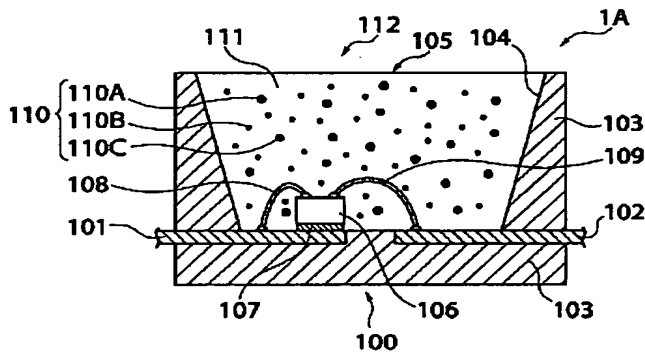
104 反射面

105 開口部

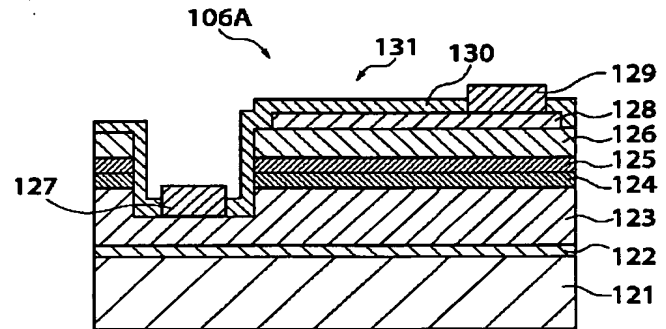
106、106A～106C 半導体発光素子
 107 接着剤
 108、109 ボンディングワイヤ
 110、110A～110C 蛍光体
 111 封止体（シリコン樹脂）
 121 光取り出し面
 120 発光素子
 121 基板
 122 バッファ層
 123 コンタクト層

124 発光層
 125 クラッド層
 126 コンタクト層
 127 n側電極
 128 p側電極
 129 ボンディングパッド
 130 保護膜
 131 光取り出し面
 141 反射膜
 10 213 第2の封止体

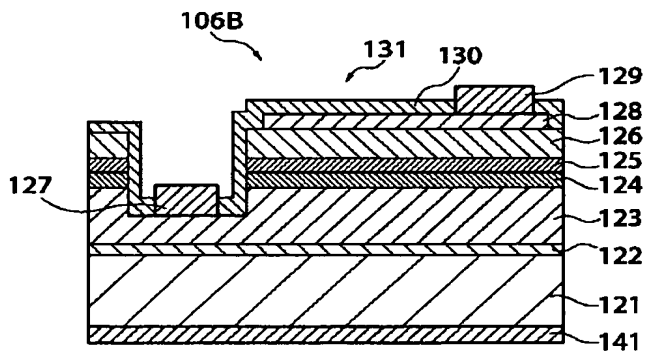
【図1】



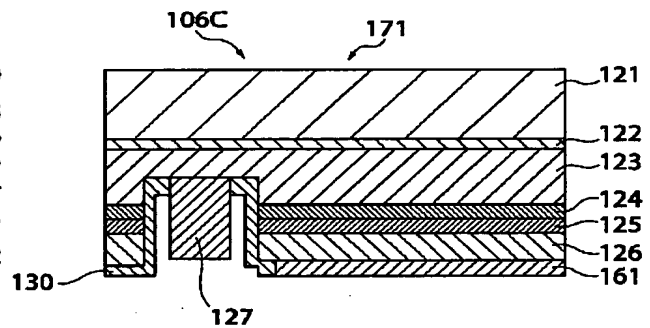
【図2】



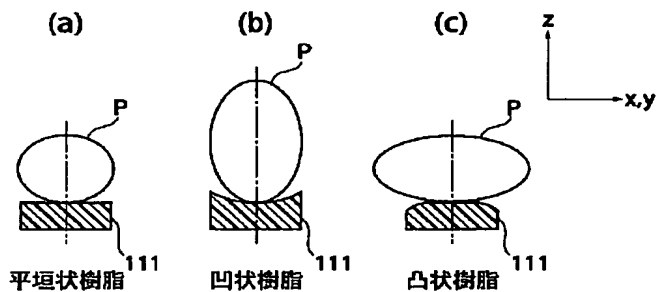
【図3】



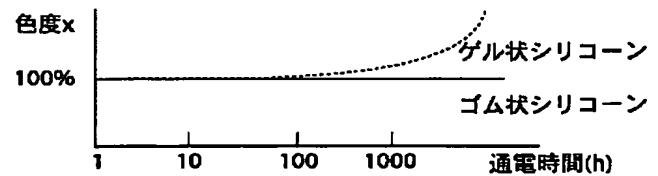
【図4】



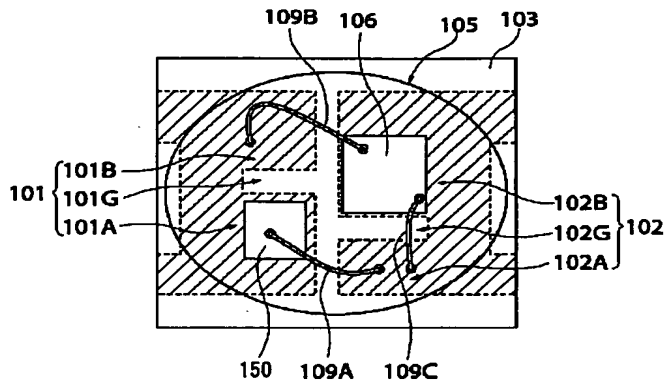
【図5】



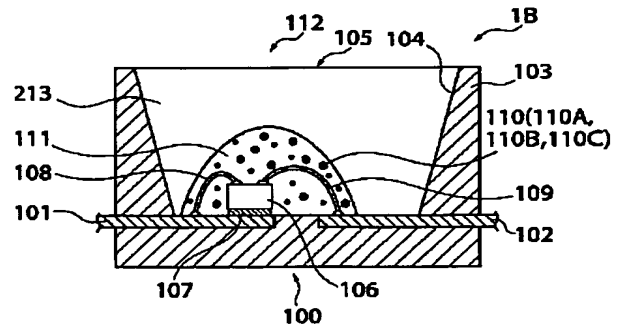
【図6】



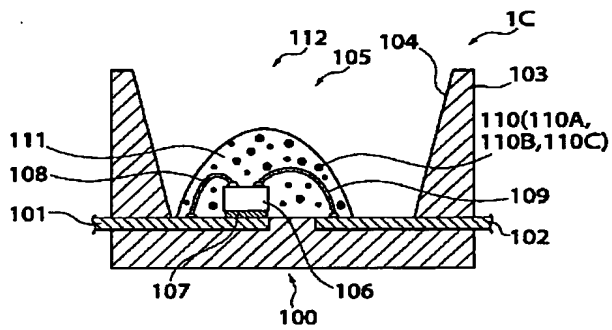
【図 7】



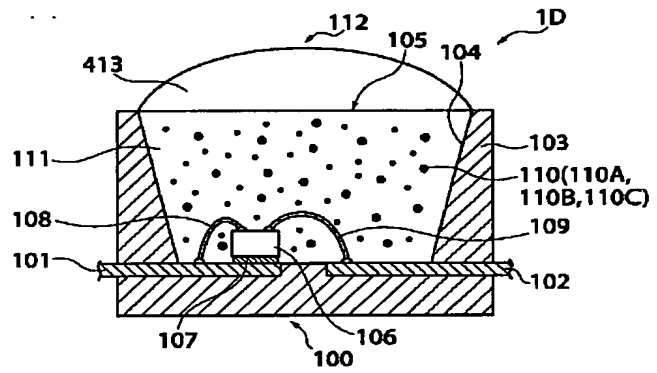
【図 8】



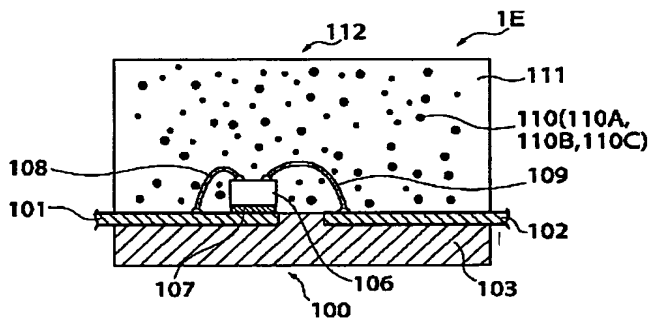
【图9】



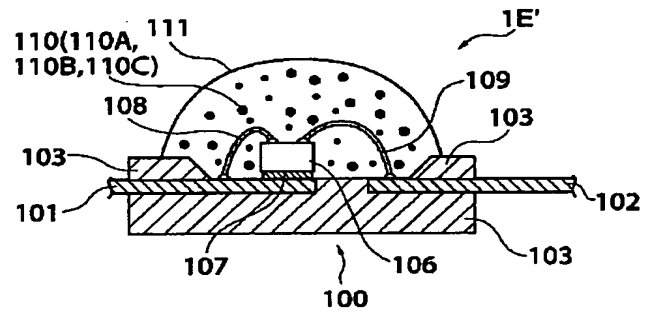
【図 10】



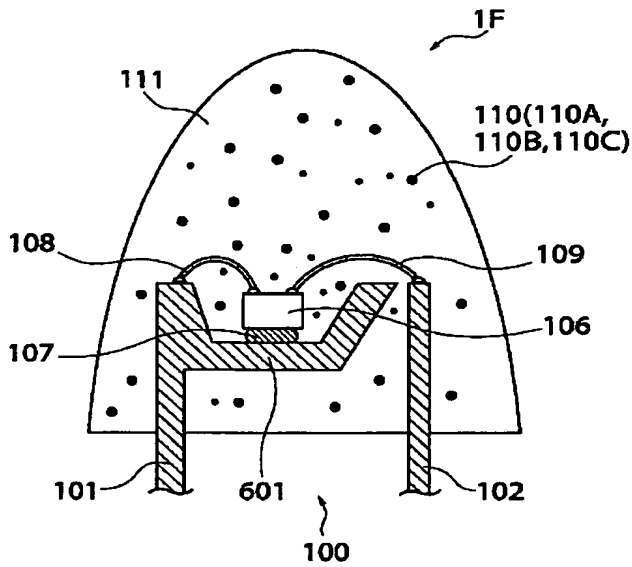
【図 1 1】



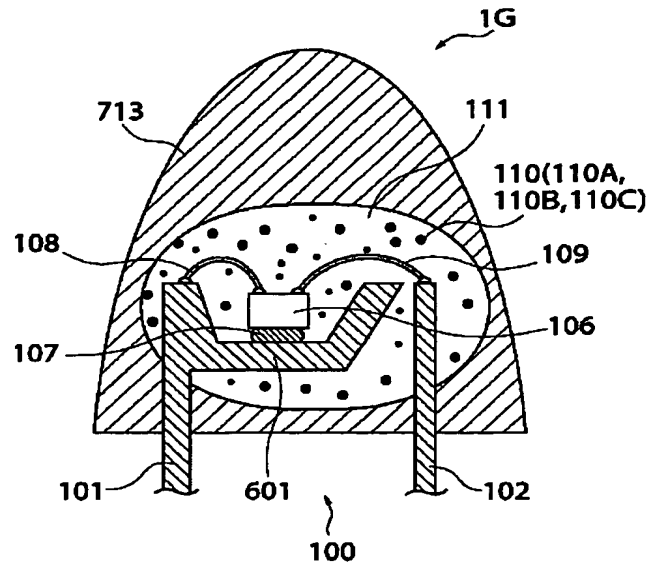
【图 1 2】



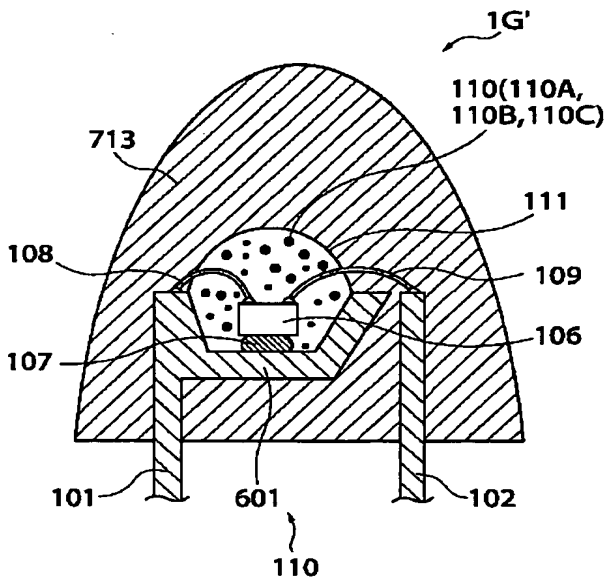
【図 13】



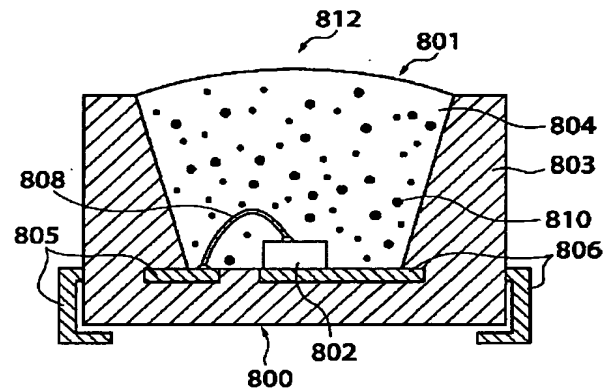
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 上村俊也
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成株式会社内
(72)発明者 太田光一
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 新田 康一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン
ター内
(72)発明者 押尾 博明
福岡県北九州市小倉北区下到津 1-10-1
株式会社東芝北九州工場内

(72)発明者 下村 健二
福岡県北九州市小倉北区下到津 1-10-1
株式会社東芝北九州工場内
(72)発明者 北嶋 知和
福岡県北九州市小倉北区下到津 1-10-1
株式会社東芝北九州工場内

(72)発明者 高橋 望
神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン
ター内
Fターム(参考) 5F041 AA11 CA04 CA34 CA40 CA46
CA88 DA02 DA04 DA07 DA09
DA17 DA26 DA45 DA57 DA58
EE25